

正岡 喜則	三機工業 株式会社 環境システム事業部 計画部 〒 100-0006 東京都千代田区有楽町1-4-1 三信ビル	水道グループリーダー
	TEL FAX e-mail	
土屋 博嗣	JFEエンジニアリング 株式会社 エンジニアリング研究所 水システム研究部 〒 210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1-1 京浜ビル6F	課長
	TEL FAX e-mail	
西尾 弘伸	株式会社 神鋼環境ソリューション 技術本部 水処理第二技術部 技術室 〒 651-0072 兵庫県神戸市中央区脇浜町1-4-78	課長
	TEL FAX e-mail	
柴田 良樹	新日本製鐵 株式会社 環境・水ソリューション事業部 水システムグループ 〒 100-0004 東京都千代田区大手町2-6-3	課長代理
	TEL FAX e-mail	
古屋 弘幸	水道機工 株式会社 研究開発部 〒 156-0054 東京都世田谷区桜丘5-48-16	課長
	TEL FAX e-mail	
村田 圭三	住友重機械工業 株式会社 プラント・環境事業本部 上下水プラント事業センター 技術部 〒 141-0001 東京都品川区北品川5-9-11	
	TEL FAX e-mail	
阿瀬 智暢	ダイセン・メンブレン・システムズ 株式会社 メンブレン営業推進部兼メンブレン海外営業部 〒 160-0022 東京都新宿区新宿1-34-15 新宿エステートビル	部長
	TEL FAX e-mail	
鈴木 信太郎	月島機械 株式会社 環境プラント計画第1部第1グループ 〒 104-0051 東京都中央区佃2-17-15	
	TEL FAX e-mail	
松家 伸行	東レ 株式会社 水処理技術開発センター 〒 520-0842 滋賀県大津市園山3-3-3	課長
	TEL FAX e-mail	
田中 宏樹	株式会社 西原環境テクノロジー 新規事業推進部 新規事業技術グループ 〒 108-0023 東京都港区芝浦3-15-9	
	TEL FAX e-mail	

岩坪 学 株式会社 日水コン
 東京水道事業部 技術第1部 設計第2課 課長補佐
 〒 163-1122 東京都新宿区西新宿6-22-1 新宿スクエアタワー
 TEL FAX e-mail

青木 伸浩 日本ガイシ 株式会社
 エンジニアリング事業本部 技術本部 開発部 水処理開発グループ サブマネージャー
 〒 475-0825 愛知県半田市前湯町1番地
 TEL FAX e-mail

本杉 恵二 日本上下水道設計 株式会社
 水道事業本部 設計部
 〒 105-0022 東京都港区海岸1-9-15 竹芝ビル
 TEL FAX e-mail

北沢 照啓 日立プラント建設 株式会社
 環境システム事業本部 水処理システム事業部 開発部 技士
 〒 170-0004 東京都豊島区北大塚1-13-2
 TEL FAX e-mail

中村 康宏 扶桑建設工業 株式会社
 東京支店 技術部 課長
 〒 103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-13-11
 TEL FAX e-mail

山本 志野歩 前澤工業 株式会社
 環境事業本部環境システム事業部システム計画部計画一課 課長
 〒 332-0022 埼玉県川口市仲町5-11
 TEL FAX e-mail

斉藤 政宏 三井造船 株式会社
 環境事業本部 水処理部 主任
 〒 134-0088 東京都江戸川区西葛西8-4-6 ST西葛西ビル
 TEL FAX e-mail

川口 洋一 三菱重工業 株式会社
 横浜製作所 環境装置技術部 設計三課 主任
 〒 236-0003 神奈川県横浜市金沢区幸浦1-8-1
 TEL FAX e-mail

小林 真澄 三菱レイヨン 株式会社
 アクアエンジニアリング開発センター 主席研究員
 〒 461-0045 名古屋市東区砂田橋4-1-60
 TEL FAX e-mail

岡田 実 三菱レイヨン・エンジニアリング 株式会社
 技術企画推進部 部長
 〒 108-0075 東京都港区港南1-6-41
 TEL FAX e-mail

岡田 悟	株式会社 ユアサコーポレーション システム開発研究所 〒 620-0853 京都府福知山市長田野町1-37	担当課長
TEL	FAX	e-mail
<hr/>		
中村 陽一	理水化学 株式会社 企画部 〒 530-0054 大阪府大阪市北区南森町1-4-10	課長
TEL	FAX	e-mail
<hr/>		
北田 利行	ワセダ技研 株式会社 研究所 〒 359-0021 埼玉県所沢市東所沢2-8-13	所長
TEL	FAX	e-mail
<hr/>		

平成15年度 厚生労働科学研究費補助金による

がん予防等健康科学総合研究事業

健全な水循環を考慮した地域スケールにおける

浄水・管路技術に関する研究

第2研究グループ

報告書

平成16年3月

主任研究者 藤原 正弘

目 次

I	第1部会（合同実験WG）	1
II	第2部会（評価手法WG）	381
III	第3部会（UV消毒WG）	403
IV	第4部会（機能改善・改造事例調査WG）	581
V	第5部会（上下水道排水一体化処理WG）	641
VI	平成15年度活動報告	701
VII	委員会委員名簿	711

I 第1部会（合同実験WG）

目 次

1. はじめに	1
2. 研究概要	2
2.1 研究テーマ	2
2.2 研究実施体制	2
2.3 活動内容	2
2.4 活動報告	2
3. 平成15年度の研究報告	4
3.1 凝集剤実験	4
3.1.1 実験目的	4
3.1.2 鉄系凝集剤、高分子凝集剤レビュー	5
3.1.3 実験概要と実験フロー	11
3.1.4 実験方法	13
3.1.5 実験結果	20
(1) PAC+高分子凝集剤実験	20
(2) 鉄系+高分子凝集剤実験	43
(3) 処理水質	65
3.1.6 実験のまとめ	74
3.1.7 高分子凝集剤の安全性に関して	75
3.1.8 凝集剤実験資料	88
3.2 トータルシステム実験	120
3.2.1 実験目的	120
3.2.2 実験概要と実験フロー	120
3.2.3 全国浄水場原水水質調査報告	126
3.2.4 実験方法および結果	130
(1) 前処理条件決定実験	130
(2) フラックス決定実験	145
(3) 連続実験	148
3.2.5 トータルシステム実験資料	152
4. 平成16年度の研究計画	158
5. 合同実験設備	159

添付資料	163
<凝集剤実験添付資料>	165
実験設備フロー図	167
実験装置配置図	171
実験装置仕様書	175
凝集剤実験運転日報	187
アクリルアミドモノマーの残留調査に関する実施例-1	227
アクリルアミドモノマーの残留調査に関する実施例-2	235
アクリルアミドモノマーの残留調査に関する実施例-3	241
アクリルアミドモノマーの残留調査に関する実施例-4	257
<トータルシステム実験添付資料>	261
実験装置配置図	263
実験装置仕様書	267
活性炭注入記録表	283
トータルシステム運転日報	287

1. はじめに

水道として生活に関わる「水」は、流域圏の大きな水循環系を構成する重要な要素となっている。近年においては、頻発する渇水や災害、事故等による水道への影響を極力低減することや、化学物質やクリプトスポリジウムなどの病原性微生物による水源汚染に対応し、水道の安全を確保する事を目的とした浄水処理システムの開発研究が中心であったと思われる。

一方水循環系からみた場合、浄水システムといえども安全な水の供給という視点だけではなく、浄水システム全体の中での有効利用を図り、河川や下水道への負荷低減、省スペース、省コスト、省エネルギーや廃棄物の削減等、環境影響の低減化につながる浄水システムの構築も課題である。

また、普及率 96% を越えた水道施設もその多くが施設更新時期を迎えており、景気低迷や環境への配慮から、省スペース、省コスト、省エネルギーや廃棄物の削減等環境に優しい技術を求めている。

これらを背景として、第 1 部会（合同実験WG）は、ACT 21 の成果である「高効率な浄水単位プロセス」や「膜ろ過プロセス」を組み合わせたトータルシステムとしての最適化技術の開発を目指し、「環境影響低減化浄水トータルシステムとしての最適化技術の構築」を研究テーマとした実験を行う。

実験は 2 種類の実験を予定しており、ひとつは鉄系凝集剤、高分子系凝集剤の検討を行う凝集剤実験で、ACT 21 のレビューを基に、「鉄系凝集剤・高分子凝集剤ガイドライン」作成に補足するデータの収集を目的とした実験を行う。

また、浄水処理における粒子除去システムとして、膜処理設備が注目されており、導入例も増加してきている。そこで浄水システムに膜ろ過を組み込む場合に、各処理プロセスにおいてどのように負荷分配を行う事が有効であるかなどをシステム全体として検討を行うために、既存浄水設備を前処理とした 4 つ処理フローによるトータルシステム実験を行う。

第 1 部会（合同実験WG）は 2 つに実験に関して、実験計画の立案、設備の設置、実験の実施、評価を行う。

平成 15 年度は、神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場の実験フィールドに合同実験プラントを設置し、凝集剤実験を開始した。同時にトータルシステム実験の立案、実験装置の設置を行い、凝集剤実験終了後の秋からトータルシステム実験を開始した。

以下、平成 15 年度の研究報告を行う。

2. 研究概要

2. 1 研究テーマ

環境影響低減化浄水トータルシステムとしての最適化技術の構築

2. 2 研究実施体制

学識経験者 国立保健医療科学院 伊藤（雅）計画室長
東京大学大学院 中尾教授

担当企業委員 クロリンエンジニアズ（石崎）、三機工業（椋橋）、
神鋼パンテック（馬込）、新日本製鐵（辻本）、水道機工（雨宮）、
東レ（松家）、日立プラント建設（山田）、三菱レ-ンエンジニアング（岡田）、
ユアサコーポレーション（石丸）前澤工業（川口・後藤）以上10社

2. 3 活動内容

合同実験WGは鉄系、高分子系凝集剤の検討を行う凝集剤実験、また浄水処理をシステム全体として検討を行うトータルシステム実験について、実験計画の立案、設備の設置、実験の実施、評価を行う。

2. 4 活動報告

(1) 合同実験WG会議・幹事会開催記録

表2-1 第1部会（合同実験WG）会議・幹事会開催記録

	会議名称	活動内容
H15.4/17	合同実験WG幹事会（第4回）	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 使用膜決定による実験諸条件の検討
H15.5/7	合同実験WG幹事会（第5回）	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 設備仕様のたたき台に関して
H15.5/23	合同実験WG幹事会（第6回）	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験条件の検討（水量、直接ろ過のLV添加実験の濃縮倍率等）
H15.6/2	合同実験WG会議（第4回）	合同実験計画に関して 6/11委員会に向けて内容の確認
H15.8/6	合同実験WG幹事会（第7回）	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験の分担、装置仕様の確認、水質分析項目に関して

H15. 8/22	合同実験 WG 幹事会 (第 8 回)	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験内容の確認、詳細工程、実験の分担、 通常処理フローの状況報告 原水水質アンケートのまとめ方に関して
H15. 9/24	合同実験 WG 幹事会 (第 9 回)	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 原水水質アンケートのまとめ方に関して
H15. 10/8	合同実験 WG 会議 (第 5 回)	トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験内容の確認、詳細工程、実験の分担
H15. 11/11	合同実験 WG 幹事会 (第 10 回)	11/18 委員会資料、11/28 セミナー資料 に関して内合わせ
H15. 12/18	合同実験 WG 会議 (第 6 回)	平成 15 年度成果報告書作成打合せ ・凝集剤実験結果に関して(レビュー、実験結果 の確認、報告書の内容、作成工程等)、 ・水道研究発表会の原稿に関して
H16. 1/28	合同実験 WG 会議 (第 7 回)	平成 15 年度成果報告書作成打合せ ・凝集剤実験結果に関して(レビュー、実験結 果の確認、報告書の内容、作成工程等)、 ・トータルシステム実験に関して(原水水質調 査のまとめ、報告の範囲、作成工程等)
H16. 3/10	合同実験 WG 会議 (第 8 回)	平成 15 年度成果報告書作成打合せ ・凝集剤実験結果に関して(レビュー、実験結 果の確認、報告書の内容、作成工程等)、 ・トータルシステム実験に関して(原水水質調 査のまとめ、報告の範囲、作成工程等)
H16. 3/26	合同実験 WG 会議 (第 9 回)	平成 15 年度成果報告書作成打合せ ・凝集剤実験結果に関して(レビュー、実験結 果の確認、報告書の内容、作成工程等)、 ・トータルシステム実験に関して(原水水質調 査のまとめ、報告の範囲、作成工程等)

3. 平成15年度の研究報告

3.1 凝集剤実験

3.1.1 実験目的

本凝集剤実験は、ACT21で行った実験の積み残しを補い、本実験結果とACT21の結果を基に、高分子凝集剤および鉄系凝集剤のガイドライン作成に向けた資料とすることを目的とした。

そのため、ACT21の結果をレビューした結果を基に、神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場内に実験装置を設置し、ガイドライン作成に必要な実験を実施した。

3. 1. 2 鉄系凝集剤、高分子凝集剤レビュー

(1) 目的と方法

平成9年度から13年度に実施されたACT21においては、凝集沈澱・砂ろ過による従来型の処理方式の適用手法を改善し、原水の水質特性に応じて、より効率的で、より効果的な処理方法を模索することが、主要な課題の一つとされ、これらの検討を行うために、合同研究や持ち込み研究が実施された。これらの研究において、具体的には、①アルミニウム凝集剤に代わるものとして、鉄系凝集剤を使用した場合の、凝集沈澱・砂ろ過処理、②高速ろ過の実現可能性、③有機高分子凝集剤の有効性について、実際の浄水場原水を使用したジャーテストや実証実験、文献考察等の手法により、検討が行われた。

一方、e-Waterにおいて研究課題に挙げられている「浄水処理トータルシステムの開発に関する研究」では、全参加企業で行う合同実験において「鉄塩、高分子凝集剤の活用技術の確立、凝集剤使用量の低減、塩素注入量の低減及び発生汚泥量の削減手法等の確立を目指す」とされており、鉄系凝集剤、高分子凝集剤は、依然検討すべき重要な要素となっている。

本レビューにおいては、e-Waterで行うべき具体的課題の抽出を行うことを目的に、ACT21で行われた研究のうち、鉄系凝集剤、高分子凝集剤に関係する合同研究や持ち込み研究の総括を行うこととする。

(2) レビュー結果

1) 凝集剤の種類と特徴

国内において水処理用として一般的に流通し、販売されている鉄系凝集剤は、塩化第二鉄、硫酸第二鉄、鉄シリカ無機凝集剤であり、ACT21においても、合同研究、持ち込み研究および基礎研究に

表B.1.2-1 有機高分子凝集剤の種類

(第2研究グループ)

有機高分子凝集剤の物性値

	銘柄	イオン性	分子量 ($\times 10^4$)	0.1%水溶液粘度 (mPa·S)	残留モノマー (wt%)
A社	A-C-1	強	300	300	0
	A-C-2	弱	300	200	0.024
	A-N-1		1600	66	0.020
	A-N-2		1200	15	0.026
	A-A-1	弱	1700	295	0.016
	A-A-2	弱	1600	240	0.015
B社	A-A-3	微弱	1300	200	0.094
	B-A-1	弱	1200	—	<0.2
	B-A-2	弱	1300	—	<0.2
	B-N-1		1200	—	<0.2
	B-N-2		1200	—	<0.2
C社	B-N-3		1200	25±15	<0.1
	C-A-1	中	1300	86.4	0.0944
	D社	D-N-1		1200	50
D-N-2			1200	50	<0.2
D-A-1		弱	1200	500	<0.2
D-A-2		中	1200	600	<0.2
E社	E-C-1	強	310	20	<0.2
	E-C-2	強	320	80	<0.2
	E-A-1	強	500	700	<0.2
	E-A-2	中	1100	280	<0.2
	E-A-3	中	1300	190	<0.2
	E-N-1		1100	30	<0.2
F社	E-N-2		1000	55	<0.2
	F-A-1		1300	350	0.03
	F-A-2		1300	250	0.04
	F-A-3		1300	300	0.04
	F-N-1		1100	50	0.03
	F-N-2		1600	120	0.04
	F-C-1		800	250	0.12
	F-C-2		500	250	0.10
G社	F-C-3		300	200	0
	G-N-1		1300	21	50 ppb
	G-A-1	弱	1300	90	80 ppb
	G-A-2	中	1300	206	2 ppb
H社	G-C-1	弱	1000	72.7	580 ppb
	H-N-1		1600	30	<0.005
	H-A-1	強	1600	290	<0.005
	H-A-2	強	1600	680	<0.005
	H-A-3	強	1600	665	<0.005
I社	H-C-1	強	300	65	<0.005
	I-C-1	弱	1500	270±100	<0.2
	I-N-1		1200	25±15	0.1
	I-A-1	弱	1400	250±100	0.01
J社	I-A-2	中	1400	300±100	—
	I-A-3	強	600	300±100	—
	J-C-1	低	1100	50±25	—
	J-C-2	強	350	129	—
	J-N-1	弱	1000	30±20	—
	J-N-2		1500	50	—
	J-N-3		1600	7.7±0.5	—
J-A-1	弱	1000	55±35	—	
J-A-2	弱	2000	150	—	
J-A-3	中	1100	7.3±0.5	—	

においてこれら3種類の凝集剤について、国内各地の浄水場で実験が行われた。特に、塩化第二鉄は、主要な鉄系凝集剤として、合同実験の実証プラントへも適用され、凝集沈澱、ろ過、汚泥処理を含めた検討が行われている。

一方、高分子凝集剤は、水処理全般に使用されているものとしては、OEM商標を含めると数百種類の製品が流通しているが、第1研究グループにおいては、ノニオン、アニオン系有機高分子凝集剤について、原水中のアクリルアミドモノマーの含有率が低く、浄水用として最も一般的なもの各1種類を選定したのに対し、第2研究グループでは、アニオン、ノニオン、カチオン系の54種類の各種有機高分子凝集剤について、村野浄水場原水を用い、ジャーテストを実施し比較を行っている。

2) 鉄系凝集剤および高分子凝集剤の処理性能

①鉄系凝集剤の処理性能

同一原水条件で、数種の鉄系凝集剤をジャーテストや実証プラントに適用した例では、総じて、塩化第二鉄と硫酸第二鉄の性能には大きな差はないとの報告に対し、鉄シリカ無機凝集剤は、塩化第二鉄や硫酸第二鉄に比べ、フロックの沈降性に優れ、設備のコンパクト化が期待できるとの結果が導かれている。なお、鉄シリカ無機凝集剤を使用した場合でも、ジャーテストの上澄水水質や実証プラントの沈澱池処理水については、塩化第二鉄と同等であり、処理水質に有意な差は見られない。

鉄系凝集剤とアルミ系凝集剤との比較においては、鉄系凝集剤は、沈澱池処理水における濁度、色度が高くなるが、砂ろ過を行えば、有機物除去に優れるとの傾向が得られている。

②高分子凝集剤の処理性能

高分子凝集剤の適用については、フロック形成助剤、すなわち、架橋作用によるフロックの大型化により沈降分離性改善を期待したものと、ろ過助剤、すなわち、架橋作用によりろ過による固液分離性改善を期待したものについての検討が行われている。

表 3.1.2-2 アルミ系と鉄系の凝集沈澱処理水水質
(第1研究グループ)

水質項目		各凝集沈澱処理水水質			
		原水	大型凝集沈澱処理水 (PAC系)	小型凝集沈澱処理水 (PAC系)	小型凝集沈澱処理水 (鉄系)
凝集剤注入率 (mg/L as Al ₂ Fe)	測定回数	—	312	126	126
	最大値	—	5.29	5.77	21.7
	最小値	—	1.06	2.65	5.42
	平均値	—	2.91	3.85	8.53
pH 値 (—)	測定回数	239	226	93	93
	最大値	8.9	7.2	7.6	7.2
	最小値	7.2	6.7	6.8	6.3
	平均値	7.7	7.0	7.0	6.4
濁度 (度)	測定回数	238	226	93	93
	最大値	172	7.1	5.7	5.7
	最小値	4.2	0.1	0.2	0.4
	平均値	14.9	0.7	1.1	2.2
色度 (度)	測定回数	238	225	91	91
	最大値	56	19	4	9
	最小値	11	0	0	2
	平均値	18	2	1	4
アルカリ度 (mg/L)	測定回数	237	225	91	91
	最大値	139	101	128	113
	最小値	36	26	62	35
	平均値	101	72	88	48
紫外線吸光度 (E260) (—)	測定回数	237	225	92	92
	最大値	0.582	0.198	0.230	0.199
	最小値	0.180	0.073	0.109	0.083
	平均値	0.336	0.134	0.134	0.133
過マンガン酸剤消費量 (mg/L)	測定回数	46	46	18	18
	最大値	19.4	7.4	6.2	5.7
	最小値	8.7	2.8	3.8	3.1
	平均値	13.1	4.3	4.5	4.0

無機凝集剤に高分子凝集剤を併用することにより、無機凝集剤の注入量低減が期待できるが、凝集沈澱処理水だけではなく、ろ過後の濁度についても評価する必要がある。無機凝集剤と高分子凝集剤を適正な割合で注入することにより、無機凝集剤の注入率低減時においても、ろ過水濁度を0.1度以下に保持することが可能である。特に、塩化第二鉄と併せて、ノニオン系高分子凝集剤を凝集助剤、あるいはろ過助剤として用いることにより、低水温期の塩化第二鉄に顕著な微粒子のリークを抑制できる。

3) 凝集沈澱処理における鉄系凝集剤、有機高分子凝集剤の処理性能

①鉄系凝集剤の注入率

実証プラントやジャーテストにおいて、鉄系凝集剤の注入率は、荷電中和の観点から、モル比でPACと同率としたものが多かったが、実際に実証プラントにおいては処理性を確認した結果、注入率を若干高めに設定した例が多かった。関連文献においても、有機物を含む原水においては、原水中のTOCは凝集剤注入率を増加させる要因であるとの報告もあり、原水中に有機物が多く存在する場合には、注入率が増加する原因となりうる。

②有機高分子凝集剤の注入率

フロック形成助剤として使用する場合、フロック形成に与える影響は注入箇所によって異なり、急速混和池出口以降で、無機凝集剤が十分に混和された後、フロック形成池入口に注入することが適切である傾向が得られている。注入率は、通常濁度時には0.1~0.2mg/L、高濁時や凝集処理が難しい時期には、0.2~0.3mg/L程度で効果が得られる。なお、粉末状の有機高分子を使用し、分散溶解器を用いて溶解することが一般的であり、溶解濃度については、各実験データから平均的には0.1%程度に希釈することが適切である。

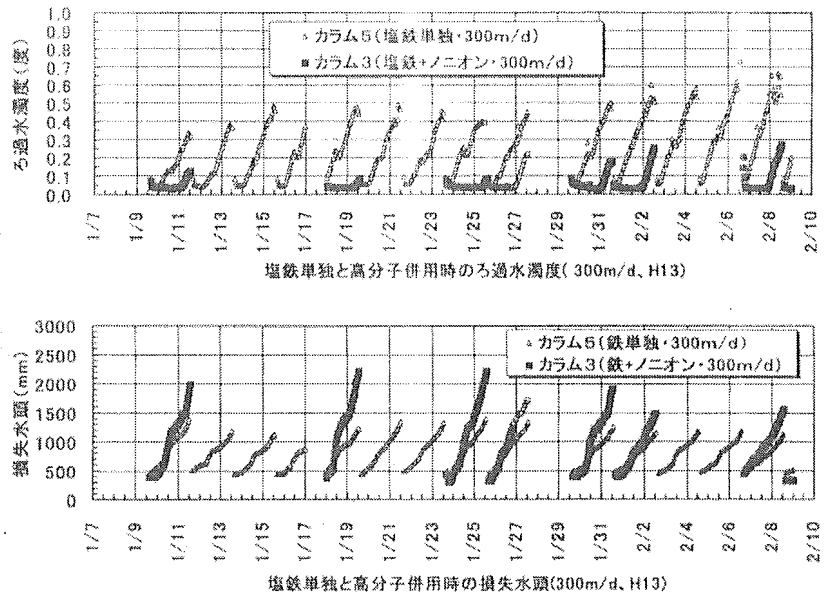


図 3.1.2-1 高分子凝集剤適用時のろ過状況 (第1研究グループ)

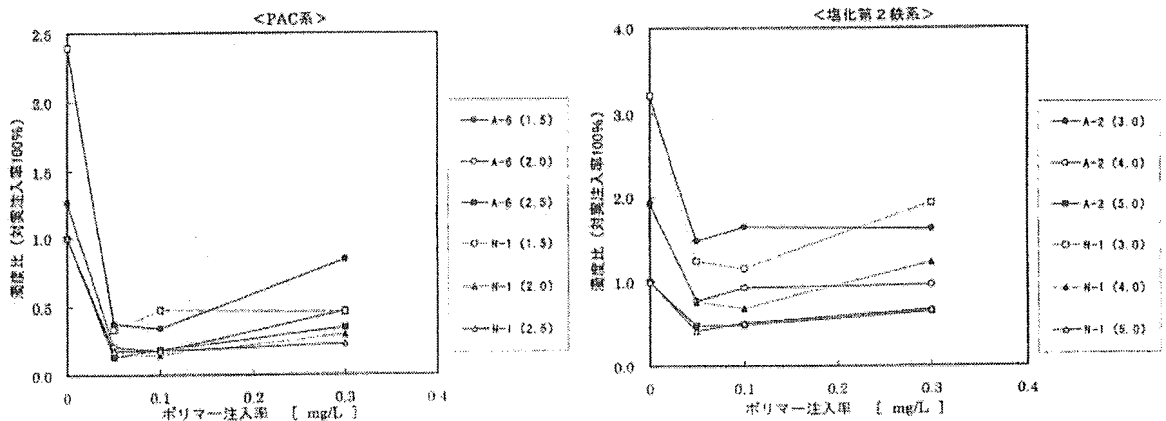


図 3.1.2-2 ジャーテストによる有機高分子の添加実験結果 (第2研究グループ)

③鉄系凝集剤の攪拌条件

関連文献や持ち込み研究においては、鉄系凝集剤の攪拌条件は、攪拌強度についてはアルミ系凝集剤と同程度を維持する必要があり、攪拌時間については、鉄フロックの形成速度が遅いため、攪拌時間を長くとした方が改善するとの報告があったが、合同研究においては、攪拌強度を変化させても処理性に有意な差はなく、また、攪拌時間を変化させた検討は行われていない。最適凝集 pH は、PAC に比べ低い領域であり、適切な酸注入により最適凝集 pH を確保する必要がある。

④有機高分子凝集剤の攪拌条件

関連文献においては、Gt 値を大きく取ること、処理水質が改善したとの報告もあるが、一方、急激なまた長時間の急速攪拌は分子を切断してしまうため好ましくないとの報告もある。合同研究においては、無機単独の場合と同様に条件を設定しており、特に検討は行っていない。

⑤フロック沈降性

塩化第二鉄や硫酸第二鉄の単独使用時には、低水温期を中心に PAC に比べ、フロックの沈降性が悪化する場合があり、総じて、表面積負荷を 10 mm/分以下とすると安定した処理水が得られるとの報告であった。また、有機高分子凝集剤は、凝集不良や沈澱池からのキャリーオーバー対策として有効であり、ジャーテストでは、濁度を基準として考えた場合、有機高分子凝集剤注入により、PAC、鉄系凝集剤ともに 20% 以上の注入率削減が見込める。

4) ろ過処理における鉄系凝集剤、有機高分子凝集剤の処理性能

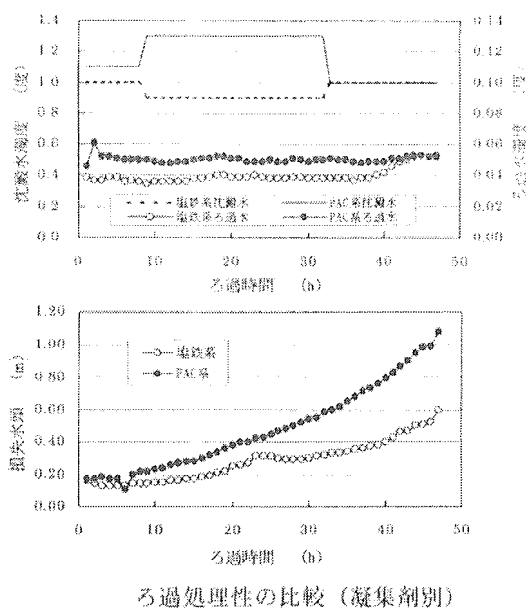


図 3.1.2-4 無機凝集剤のろ過性能比較

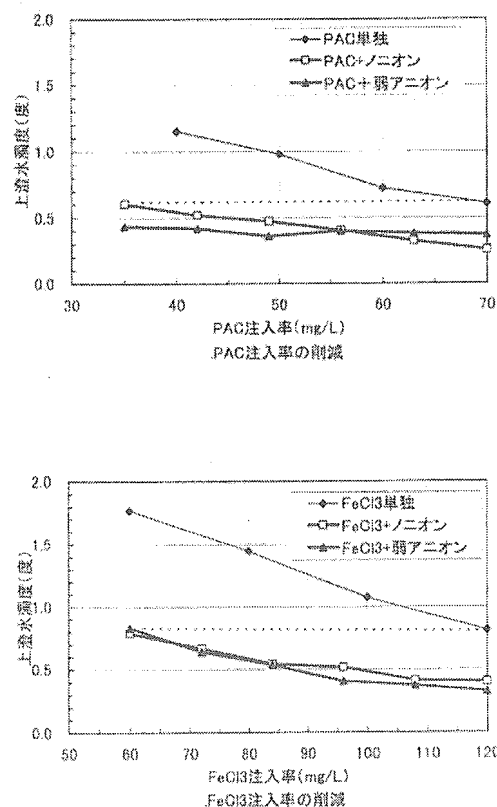


図 3.1.2-3 無機凝集剤の削減効果 (第1研究グループ)

①鉄系凝集剤使用時のろ過処理への影響

鉄系凝集剤使用時には、同一ろ材構成のろ層においてPACに比べ、損失抵抗が増加する傾向があった。また、ろ層表面の粘性が増加するとの報告があった。第1研究グループにおいて合同実験の対象とした福増浄水場の原水の例では、ろ過水濁度 0.1 度、ろ過継続時間 48 時間を目標として設定した場合、低水温期を含め年間を通してほぼ安定した処理が可能なるろ過速度は、PAC 単独の場合には 250m/日、塩化第二鉄の場合には 150m/日と結論付けている。一方、ろ材構成によっては、沈澱池濁度が1度前後のレベルに維持されている限りは、ろ過速度 300m/日の条件でも、ろ過水濁度 0.1 度以下を 48 時間維持することが可能な例もあり、ろ材構成の変更に検討の余地がある。

②フロック形成助剤としての高分子凝集剤併用時のろ過処理への影響

フロック形成助剤として高分子凝集剤併用時した場合、損失水頭の上昇は、無機凝集剤単独の場合に比べ大きくなる傾向が認められた。すなわち、塩化第二鉄の場合にフロック形成助剤として高分子凝集剤を併用した場合、ろ過継続時間は、ろ過水への濁度リークよりもむしろ損失水頭により決定された。また、アニオン系を使用した場合は、ノニオン系に比べ、ろ過池の濁度リークが大きくなる傾向があった。塩化第二鉄とノニオン系高分子凝集剤を適正な割合で注入することにより、塩化第二鉄によるろ過速度 300m/日、ろ過水濁度 0.1 度以下の維持が可能であった。

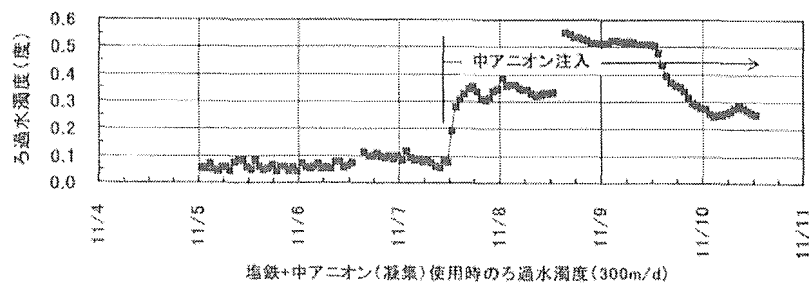


図 3.1.2-5 中アニオンを使用した場合のろ過水濁度変化 (第1研究グループ)

③ろ過助剤としての有機高分子凝集剤の適用

フロック形成助剤としての高分子凝集剤に代えて、

ろ過助剤として、沈澱池処理水に高分子凝集剤を微量注入した場合にも、同様の効果が得られる。注入率 0.005~0.01mg/L程度の量で十分な処理効果が得られ、過剰注入は、損失水頭の急な上昇を招く。0.02~0.04ppm程度の注入でも、ろ過池の損失水頭に十分配慮する必要があり、アニオン系を使用した場合は、ろ過池の濁度リークが大きくなる傾向があった。

なお、浄水用の有機高分子凝集剤を使用したケースでは、ジャーテストや実証プラントの処理水からアクリルアミドモノマーが検出された例はなく、全てのケースにおいて限界以下であった。なお、第2グループにおいて、実施した一部のジャーテストにおいて、残留モノマーが検出された例があり、有機高分子凝集剤を使用する場合は、浄水用として水道用薬品として適合した良質なものに限定する必要がある。

5) 汚泥性状および発生量

鉄系凝集剤使用時には、沈泥汚泥の濃度が高い傾向がある。また、汚泥の粘性が高く、付着性が強いため、沈降濃縮

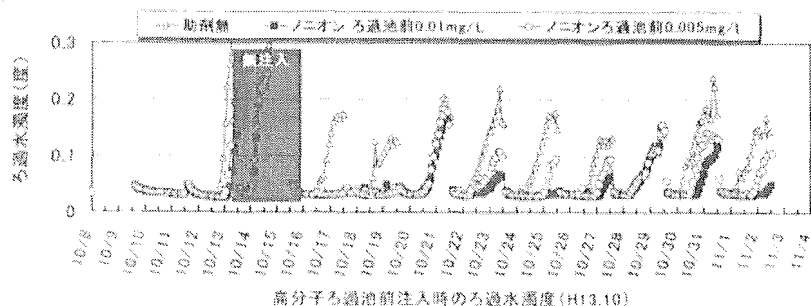


図 3.1.2-6 ノニオン (ろ過助剤) 使用時のろ過水濁度 (第1研究グループ)

性や脱水をあらかじめ実験により把握する必要がある。特に、ホッパー型の場合、池底に堆積した汚泥により排泥に支障を来す場合がある。

(3) 今後の課題

ACT21においては、現状のPACを基準に設計された浄水施設に鉄系凝集剤を適用した場合の問題点が浮き彫りになった一方、改善策に見込めない内容であった。鉄系凝集剤を使用した場合には、混和池やフロック形成池の滞留時間、ろ過池のろ層構成等当初建設した実験プラントでは改造を施さない限り検証できない事柄が課題として残る結果となった。高分子凝集剤についても同様に、高分子凝集剤の注入条件や沈澱池省面積化についての検討が残課題となっている。これらに加え、ろ過助剤として使用した場合の適切なる過池洗浄条件や高分子注入点等の施設設計において欠かすことのできない事項を詳細にリストアップし、各事項について検討を加える必要がある。特に、鉄系凝集剤や有機高分子凝集剤使用時の汚泥処理については、汚泥性状を明らかにしたにとどまり、汚泥の沈降性、脱水性等その処理性の検討が課題である。

3. 1. 3 実験概要と実験フロー

(1) 実験概要

実験は神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場内に 360m³/日の 2 系列の実験プラント（凝集沈澱・砂ろ過）を設置して行った。ACT 2 1 レビューの結果から、高分子凝集剤を用いる場合の適正高分子注入点と攪拌強度が明確ではなかったため本凝集剤実験ではこれを明らかにすることを実験目的とした。PAC および鉄系凝集剤と高分子凝集剤の適正条件の検討を行うため【PAC+高分子凝集剤実験】と【鉄系凝集剤+高分子凝集剤実験】に分け、各々360m³/日のプラントを用いたプラント実験とジャーテスト実験を実施した。

プラント実験ではこの 2 系列の実験装置を用いた高分子凝集剤注入点の検討と攪拌強度の比較検討を、また同時にジャーテストによっても同様に注入点と攪拌強度の実験を行い、双方の結果から最適な条件を選定後、無機凝集剤だけを用いた一般的な通常処理と最適高分子条件での比較検討を行った。

【PAC+高分子凝集剤実験】および【鉄系凝集剤+高分子凝集剤実験】とも無機凝集剤の違いのみで同様の実験を行った。なお、実験原水は綾瀬浄水場原水を用い、着水井に設置した水中ポンプから実験敷地内に設置した分配槽を介して 2 系列に分配した。各々の系列は同じ装置仕様とし機器類も同じものを配した。

(2) 実験フローと装置仕様

図-3.1.3-1 に実験装置のフロー、表-3.1.3-1 に実験装置の仕様を示す。また、実験プラントには表-3.1.3-2 に示す水質計器により連続運転のデータを収集した。実験は高分子凝集剤の適正条件の検討を行うため混和槽とフロック形成槽は 2 段構造とし、混和槽は 1 段目 2 段目とも攪拌強度を変えられるように回転数を可変とした。薬注点の検討のため無機凝集剤および高分子凝集剤の薬注点は位置を変えられるような構造とした。また各系列の砂ろ過槽の洗浄はタイマーにて毎日定時に洗浄を行った。本実験装置からの処理水および排水は全て綾瀬浄水場排水池へ返送した。

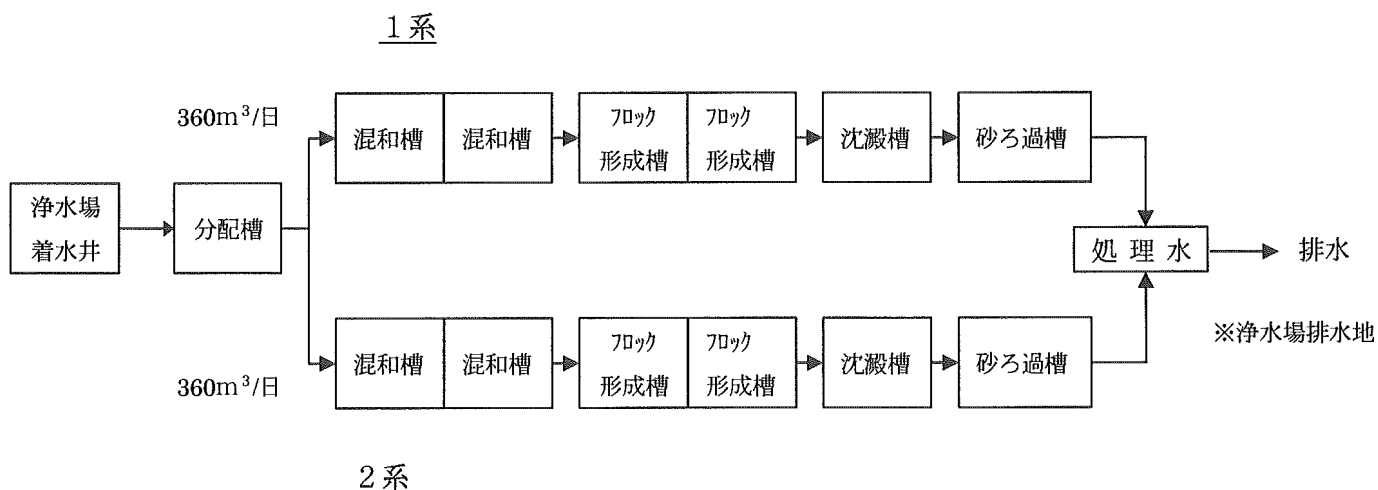


図-3.1.3-1 プラント実験フロー

表-3.1.3-1 実験装置仕様

設備名	主な仕様 (1系列あたり)
混和槽	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法 0.8m^W×0.8m^L×1.0m^H (1槽あたり) ・有効容量 0.448m³/槽×2槽=0.896m³ ・滞留時間 1.4分×2槽=2.8分 ・急速攪拌 可変 (インバータ制御)
フロック形成槽	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法 1.5m^W×1.5m^L×2.35m^H (1槽あたり) ・有効容量 4.05m³/槽×2槽=8.1m³ ・滞留時間 12.7分×2槽=25.4分 ・緩速攪拌 固定
沈澱槽	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法 2.0m^W×5.0m^L×2.5m^H ・有効容量 17.6m³ ・滞留時間 55.1分 ・付属機器 上向流式傾斜管・自動排泥装置
砂ろ過槽	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法 1.7m^W×1.7m^L×4.0m^H ・層厚 ろ過砂 600mm ・ろ過面積 2.89m² ・ろ過速度 160m/日 ・洗浄方式 表面洗浄+逆流洗浄 ・付属機器 自動排泥装置・有孔ブロック

表-3.1.3-2 水質計器 (各系列毎)

機器名	測定箇所	備考
濁度計	原水、沈澱処理水、砂ろ過水	連続計測
PH計	原水、沈澱処理水	連続計測
残留塩素計	沈澱処理水	連続計測
圧力損失	砂ろ過	連続計測